Pêches et Océans Canada | Fisheries and Oceans Canada
Sciences | Science
Région de la capitale nationale
Secrétariat canadien de consultation scientifique
Avis scientifique 2008/027

ÉVALUATION DES INSTALLATIONS D'ÉLEVAGE EN CAPTIVITÉ DANS LE CONTEXTE DE LEUR CONTRIBUTION À LA CONSERVATION DE LA BIODIVERSITÉ

Figure 1 : Les six régions administratives du ministère des Pêches et des Océans (MPO).

Contexte

Le maintien de la diversité génétique des populations et des espèces, qui est l'un des aspects clés de la biologie de conservation, est aussi un but important exprimé dans les principaux accords internationaux tels que la Convention sur la diversité biologique. *Souvent, le maintien de la diversité génétique devient une préoccupation particulière dans le cas des espèces en péril, notamment lorsqu'elles sont confrontées à un risque élevé de perte de cette diversité en raison d'effectifs fortement décimés. Les principes de la biologie de conservation favorisent la prise en considération de la diversité génétique au moment de la planification et de la mise en application des efforts de rétablissement de ces espèces.*

Le MPO, qui entretient des installations dédiées au maintien des banques de gènes vivants provenant d'unités de saumon atlantique en voie de disparition dans les provinces de l'Atlantique, s'interroge sur le rôle que peuvent jouer les écloseries dans le rétablissement d'espèces et d'unités de populations en péril dans la région du Pacifique. Dans le cadre d'un examen des coûts et des avantages potentiels de tels programmes de conservation, le secteur des Sciences du MPO a créé un groupe de travail national qu'il a chargé d'étudier un certain nombre de questions concernant la capacité des installations d'élevage en captivité d'assurer le maintien de la diversité génétique et de soutenir le rétablissement de populations sauvages qui se reproduisent naturellement. Les principales questions de nature scientifique à examiner étaient les suivantes :

Quel est le rôle (le cas échéant) joué par les écloseries dans la conservation de la biodiversité, en particulier chez les salmonidés?

1) *Les banques de gènes vivants et les installations d'élevage connexes permettent-elles de conserver la diversité génétique des populations?*
2) *Si la diversité génétique peut être préservée par ces approches, qu'est-ce qui indique que les lignées produites pourront être réintroduites avec succès en tant que populations autonomes lorsque les menaces auront été éliminées?*

Août 2008

Canada

M121

IMPORTANT NOTE CONCERNING THE FOLLOWING PAGES

THE PAGES WHICH FOLLOW HAVE BEEN FILMED TWICE IN ORDER TO OBTAIN THE BEST REPRODUCTIVE QUALITY

USERS SHOULD CONSULT ALL THE PAGES REPRODUCED ON THE FICHE IN ORDER TO OBTAIN A COMPLETE READING OF THE TEXT.

REMARQUE IMPORTANTE CONCERNANT LES PAGES QUI SUIVENT

LES PAGES SUIVANTES ONT ÉTÉ REPRODUITES EN DOUBLE AFIN D'AMÉLIORER LA QUALITÉ DE REPRODUCTION

LES UTILISATEURS DOIVENT CONSULTER TOUTES LES PAGES REPRODUITES SUR LA FICHE AFIN D'OBTENIR LA LECTURE DU TEXTE INTÉGRAL

Micromedia
ProQuest

789 East Eisenhower Parkway
PO Box 1346
Ann Arbor, MI 48106-1346 USA
toll free: 1-800-521-0600
fax: (734) 997-4247
web: www.micromedia.ca

Secrétariat canadien de consultation scientifique
Région de la capitale nationale
Avis scientifique 2008/027

ÉVALUATION DES INSTALLATIONS D'ÉLEVAGE EN CAPTIVITÉ DANS LE CONTEXTE DE LEUR CONTRIBUTION À LA CONSERVATION DE LA BIODIVERSITÉ

Contexte

Quel est le rôle (le cas échéant) joué par les écloseries dans la conservation de la biodiversité, en particulier chez les salmonidés?

Canada

3) Existe-t-il des solutions de rechange techniques aux écloseries pour préserver la diversité génétique et le succès reproducteur (aptitude reproductive ou fitness)?

Même si les réponses aux questions ci-dessus indiquent que de telles installations peuvent jouer un rôle dans la conservation de la diversité génétique et le rétablissement des espèces en péril, il faut également se pencher sur la pertinence, sur le plan biologique, du maintien d'installations multiples dans un même secteur. Les réponses à ces questions seront des plus utiles pour la planification de la conservation et du rétablissement des espèces aquatiques en péril.

SOMMAIRE

- Les programmes de stockage de gènes vivants ne sont pas l'unique solution pour assurer la conservation de la biodiversité. Il faut aussi s'attaquer efficacement aux menaces qui pèsent sur les populations naturelles si l'on veut que la conservation de la biodiversité devienne une réalité.
- Les conclusions ci-dessous ciblent les programmes conçus pour les populations fortement décimées et que l'on croit confrontées à un risque important de disparition. Des lignes directrices concernant l'utilisation des installations dans d'autres circonstances ont déjà été développées et approuvées.
- Le maintien, par un programme de reproduction en captivité, de la diversité génétique d'une espèce lorsque le taux de survie est très faible dans le milieu naturel est une stratégie toute indiquée chaque fois que la faiblesse du taux de survie est attribuable à une cause qui peut être corrigée par des mesures de gestion et que des interventions en ce sens sont prévues ou peuvent être mises en application ou, encore, chaque fois que la faiblesse du taux de survie est attribuable à des causes environnementales et que l'on peut s'attendre à ce que les conditions redeviennent favorables à la survie de l'espèce. D'autres conditions sont examinées pour déterminer l'à-propos d'un programme de reproduction en captivité comme stratégie de rétablissement.
- En portant une attention particulière à un certain nombre d'aspects du programme de reproduction, on peut maintenir à tout le moins la diversité génétique neutre (et peut-être la diversité génétique quantitative) chez les populations en captivité pendant plusieurs générations avec des taux de perte estimés à moins de 2 % par génération. Ce taux est de beaucoup inférieur aux taux de perte anticipés lorsqu'on ne porte pas attention à ces aspects du programme de reproduction.
- On présente neuf pratiques qui devraient faire partie des programmes de reproduction en captivité afin de minimiser les pertes de diversité génétique. Parmi ces pratiques, mentionnons la sélection des sujets fondateurs, l'élaboration de stratégies de croisement, la gestion de la taille des familles des descendants, la protection contre les défaillances dans les installations, l'introduction de sujets issus de l'écloserie dans le milieu naturel et le suivi des populations captives et sauvages.
- On résume des données indiquant que le taux de perte de diversité génétique calculé pour le saumon de l'intérieur de la baie de Fundy est bien en-deçà de 1 %.
- Les caractéristiques faisant en sorte qu'un programme de reproduction en captivité aura de fortes chances de maintenir la diversité génétique et de limiter la baisse du succès reproducteur (de la fitness) dans le milieu naturel peuvent être combinées de diverses façons; les répercussions sur les coûts d'exploitation, la probabilité de maintenir la pleine diversité génétique de la population fondatrice et la robustesse vis-à-vis des erreurs ou des catastrophes varieront alors selon la combinaison choisie.
- Pour que les programmes de reproduction en captivité affichent une probabilité élevée de maintien de la diversité génétique, il faut disposer d'une population reproductrice de taille suffisante et commencer le programme avant que la taille de la population naturelle ait

décliné à un point où une bonne partie de la diversité génétique de la population naturelle aura disparu.

- Les programmes de reproduction et d'élevage en captivité devraient inclure un volet efficace et complet de monitorage.
- Dans un contexte de gestion du risque et d'application du principe de précaution, le fait de disposer de différentes souches génétiques dans de multiples installations constitue une bonne mesure de protection contre les catastrophes. Cependant, rien n'empêche de maintenir plusieurs souches génétiques dans une même installation, en autant que des procédures d'opérations bien conçues soient appliquées à la lettre.
- Les données ne sont pas concluantes en ce qui concerne la réussite de la réintroduction de populations qui ont été maintenues en captivité. Nombre d'exemples d'échecs dans le rétablissement de populations autonomes peuvent être expliqués par l'omission de tenir compte des menaces qui constituaient le risque à l'origine ou par des programmes de reproduction en captivité dans le cadre desquels on n'a pas appliqué de mesures appropriées.

INTRODUCTION

En mars 2008, on a tenu une réunion d'examen par des pairs et de consultation scientifique pour étudier les questions mentionnées dans la section Contexte. Les participants ont consulté un examen exhaustif de la littérature et des documents de travail récapitulant les résultats du projet de banque de gènes vivants du Canada atlantique. Le présent avis scientifique du SCCS est le produit de l'examen scientifique et des discussions qui ont eu lieu au cours de cette réunion.

1. Le présent avis scientifique porte, de façon plus particulière, sur l'utilisation des banques de gènes vivants et, de façon plus générale, sur l'élevage en captivité comme mesures de conservation de populations menacées d'extinction. Il convient de souligner que même les programmes de stockage de gènes vivants ne sont pas l'unique solution pour la conservation de la biodiversité. Pour que la conservation de la biodiversité devienne une réalité, il faut prendre des mesures efficaces chaque fois qu'une menace pèse sur une population naturelle, notamment (mais pas exclusivement) la perte d'habitat, des obstacles empêchant l'accès à un habitat de qualité et des prélèvements directs ou indirects.

CADRE DE L'ÉVALUATION

Rôle des écloseries :

2. Il existe un éventail de programmes de reproduction du saumon en captivité, comme l'illustre la figure 2. Les programmes et les mesures nécessaires pour la conservation de la biodiversité diffèrent selon les critères illustrés du sommet jusqu'au bas de la figure 2, tout comme les buts des écloseries en tant que composantes de ces programmes. Les conclusions ci-dessous visent particulièrement les programmes conçus pour les populations fortement décimées et que l'on croit confrontées à un risque important de disparition.

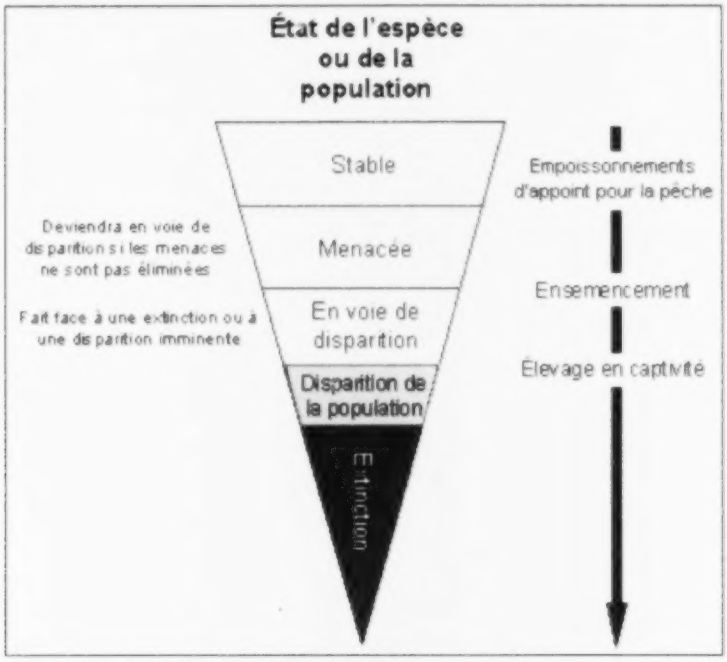


Figure 2 : Continuum des différents types de programmes d'écloserie («empoissonnements d'appoint pour la pêche», « ensemencement » et « reproduction en captivité ») en fonction de l'état de l'espèce ou de la population. La désignation des différents programmes par rapport aux points spécifiques le long du continuum ne se veut aucunement prescriptive.
D'après Fraser, D.J. (2008).

3. D'excellentes directives existent pour les écloseries destinées aux empoissonnements d'appoint pour la pêche, ce que l'on réaffirme au cours de la réunion.

4. Lorsqu'on considère qu'une population doit être reconstituée, mais qu'elle ne fait pas face à un risque imminent d'extinction, la priorité doit être accordée aux menaces connues pesant contre elle. Cependant, dans certains cas, l'ensemencement avec des spécimens d'écloserie pourrait se révéler positif en favorisant le rétablissement, en complément à la prise de mesures de gestion efficaces pour contrer les menaces. En pareil cas, on trouve également d'excellentes directives sur l'utilisation de spécimens d'écloserie, lesquelles directives sont également approuvées par les participants.

5. Les directives supplémentaires contenues dans le présent AS relativement aux programmes de reproduction en captivité s'appliquent aux étapes illustrées à la figure 2, lorsque le risque de disparition est élevé et que les mesures de gestion mises en place n'assurent pas un rétablissement rapide et certain.

Quand doit-on considérer recourir à des programmes de reproduction en captivité?

6. Le maintien, par un programme de reproduction en captivité, de la diversité génétique d'une espèce lorsque le taux de survie est très faible dans le milieu naturel est une stratégie toute indiquée chaque fois :

a. que la faiblesse du taux de survie est attribuable à une cause qui peut être corrigée par des mesures de gestion et que des interventions en ce sens sont prévues ou peuvent être mises en application; OU

b. que la faiblesse du taux de survie est attribuable à des causes environnementales et que l'on peut s'attendre à ce que les conditions redeviennent favorables à la survie de l'espèce.

7. Même lorsque les conditions énoncées au point 6 ne sont pas satisfaites (par exemple les conditions environnementales futures peuvent être inconnues mais il n'y a aucune raison de supposer qu'elles seront semblables aux conditions antérieures, lorsque le taux de survie était plus élevé), le maintien, par un programme de reproduction en captivité, de la diversité génétique d'une population lorsque le taux de survie est très faible dans le milieu naturel est une stratégie toute indiquée du fait :

a. que les caractères génétiques qui ont rendu une population distincte peuvent avoir une valeur intrinsèque; la perte de tels caractères génétiques est irréversible;

b. que les caractères génétiques qui ont rendu une population distincte peuvent avoir une valeur intrinsèque et que ces caractères génétiques peuvent aider cette population ou d'autres populations à s'adapter à une réalité future;

c. que la population d'origine d'une zone peut encore être le meilleur point de départ pour une population qui est capable de s'adapter aux différentes conditions actuelles ou futures parce qu'elle est mieux adaptée aux conditions locales que n'importe quelle autre lignée;

d. que ces populations peuvent être une source des caractères génétiques dont l'humain pourra éventuellement avoir besoin (p. ex., résistance à une maladie qui pourrait menacer l'aquaculture).

Ces raisons s'appliquent également aux unités de biodiversité d'un niveau supérieur à la population.

Maintien de la diversité génétique dans les installations

8. Avec le temps, des populations de saumon isolées et captives gardées et reproduites en captivité sont susceptibles de perdre de leur diversité génétique, telle que mesurée à partir de marqueurs neutres, en raison de processus aléatoires et probablement de l'adaptation au milieu d'élevage. (Les taux de perte varient considérablement entre les marqueurs génétiques, mais des valeurs de 10 à 20 % par génération ont été estimées pour la période correspondant au début de la reproduction en captivité.)

9. Les taux de perte de la diversité génétique au niveau des gènes non neutres (adaptatifs dans le milieu naturel) doivent être au moins aussi élevés et peut être plus élevés si une sélection négative opère pendant la domestication. Le taux de perte de diversité génétique d'espèces ayant des cycles biologiques différents de celui du saumon pourrait être différent des taux de perte estimés pour le saumon.

10. En portant une attention particulière à un certain nombre d'aspects du programme de reproduction, on peut maintenir à tout le moins une diversité génétique neutre (et peut-

être une diversité génétique quantitative) chez les populations en captivité pendant plusieurs générations avec des taux de perte estimés à moins de 2 % par génération.

11. En général, les pratiques qu'il convient d'appliquer dans un programme de reproduction en captivité pour la conservation de la biodiversité doivent inclure :

a. le prélèvement de sujets fondateurs au sein de la population naturelle restante de façon à disposer d'une meilleure représentation de tous les composantes connues de cette population et à limiter la sélection pour un quelconque sous-ensemble des caractères observés;

b. le prélèvement d'un nombre adéquat d'individus (de 200 à 300) à partir d'autant d'emplacements géographiquement différents possibles;

c. l'analyse de 10 marqueurs génétiques moléculaires variables ou plus chez les descendants. Cette information devrait servir à établir les liens de parenté de premier ordre (apparentement) et être utilisée pour la planification du rétablissement de la diversité des sujets fondateurs;

d. le recours à des stratégies de croisement qui limitent (1) la perte de variation génétique, (2) l'augmentation de la consanguinité avec le temps et (3) l'adaptation à la captivité.

En l'absence d'information généalogique, les deux premières conséquences peuvent être limitées en maximisant la taille efficace des populations par l'égalisation du rapport des sexes chez les reproducteurs, et par la réduction des fluctuations de la taille de la population entre les générations et de la variabilité de la taille des familles des descendants. Cela est particulièrement important au stade adulte, lorsque les spécimens sont prêts à se reproduire pour produire la prochaine génération (c.-à-d., obtenir le plus simultanément possible deux reproducteurs adultes pour chaque ensemble de parents de la génération précédente; il est à noter que le terme « famille », en l'absence d'information généalogique, désigne les sujets issus de chaque frai).

e. La limitation de la variation de la taille des familles servira également à réduire (de moitié) l'adaptation à la captivité. Les mesures qui peuvent être prises pour obtenir un tel résultat, par ordre croissant d'effort et d'investissement, comprennent les suivantes.

i. Prélever des représentants des familles avant de procéder au regroupement pour la phase de croissance,

ii. Choisir le nombre approprié de descendants de sorte que, dans la mesure du possible, deux individus de chaque croisement atteignent la maturité,

iii. Dans la mesure du possible, a) élever les familles en isolement jusqu'à ce que les spécimens soient assez grands pour être marqués pour l'identification de l'individu ou de la famille; ou b) procéder ultérieurement au génotypage des spécimens physiquement marqués afin d'associer les descendants à leur famille d'origine, et

iv. Avec des efforts additionnels, on peut également tenir des registres des lignées multi-générations et utiliser des techniques de limitation du lien de parenté moyen afin de réduire au minimum la perte de variation génétique et l'augmentation de la consanguinité avec le temps.

f. Afin de limiter les risques de perte catastrophique de populations, il convient d'élever des groupes de familles à au moins deux endroits régis par des protocoles à sécurité

intégrée indépendants et disposant d'un approvisionnement en eau séparé. Ces endroits devraient de préférence être situés dans des installations distinctes et isolées.

g. Des échantillons de laitance et de tissus des générations de saumons fondateurs devraient être préservés et entreposés à des températures appropriées en vue d'une utilisation ultérieure afin de limiter la variation génétique chez les populations captives ou, encore, en vue d'une utilisation ultérieure afin de reconstituer les populations naturelles lorsque des technologies appropriées seront mises au point.

h. Les populations doivent être exposées à des conditions environnementales les plus naturelles possible, en incluant la simulation de conditions naturelles dans les écloseries (utilisation de substrats de gravier, alimentation à mi-eau, etc..); il serait même préférable, quand les conditions le permettent, que les familles soient exposées aux environnements indigènes naturels des cours d'eau pour la plus grande partie possible de leur cycle biologique...

i. Les populations devraient faire l'objet d'un monitorage temporel afin d'évaluer :

i) la réussite des stratégies de croisement et d'élevage prescrites;

ii) le taux de perte de variation génétique;

iii) le taux d'adaptation aux conditions de captivité et la baisse de la fitness;

iv) l'efficacité du programme à atteindre les buts et les objectifs établis.

12. En appliquant une combinaison des composantes ci-dessus, on a calculé que le taux de perte pour le saumon de l'intérieur de la baie de Fundy était bien en-deçà de 1 %, comme l'illustrent plusieurs résultats de cette initiative.

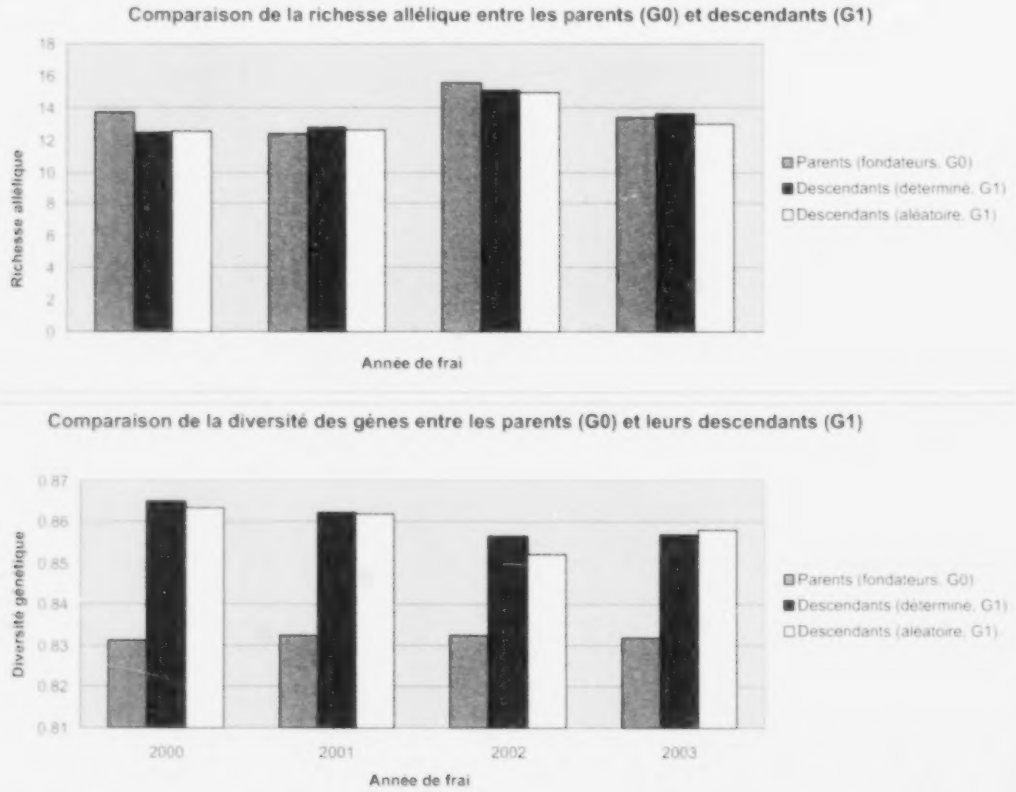


Figure 3 : La richesse allélique (graphique du haut), en tant que mesure de la diversité génétique, a été comparée sur une période de 4 ans à l'aide de deux stratégies différentes : croisements déterminés versus croisements aléatoires simulés. Les résultats ont indiqué que la richesse allélique des descendants par rapport à celle des parents était inférieure en 2000, légèrement inférieure en 2002, mais était légèrement supérieure chez les sujets issus de croisements déterminés en 2001 et en 2003. La richesse allélique était généralement plus élevée chez les sujets issus de croisements déterminés (G1) comparativement à un nombre semblable de saumon du groupe G1 choisis de façon aléatoire. Les stratégies de reproduction ont produit une diversité génétique (graphique du bas) systématiquement supérieure chez les descendants par rapport aux parents.

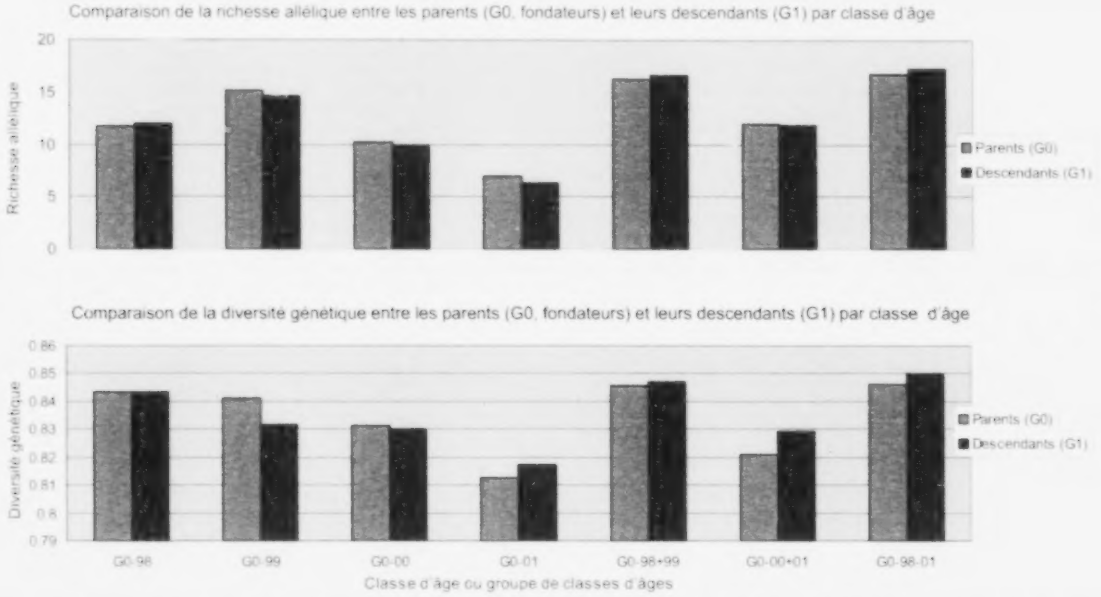
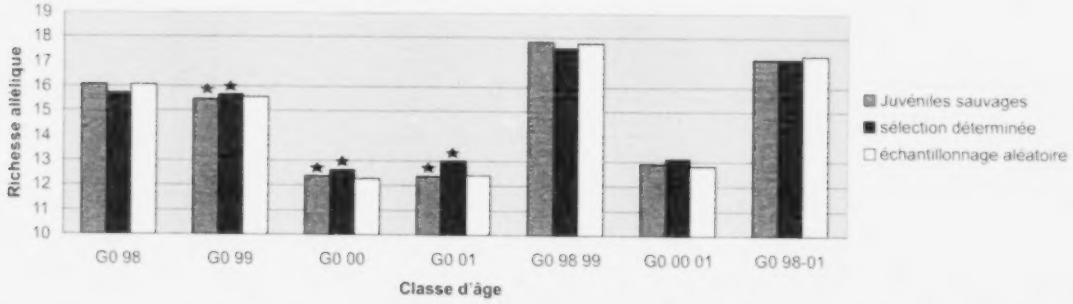


Figure 4 : Lorsqu'elles ont été évaluées par classe d'âge (G0-98, G0-99, etc.) et par groupe de classes d'âges combinées (G0-98+g0-99, etc.), la richesse allélique (graphique du haut) et la diversité génétique (graphique du bas) étaient plus variables entre les parents des différentes classes d'âge qu'entre les parents et leurs descendants (G1), peu importe la classe d'âge. De façon générale, la richesse allélique est semblable chez les parents et leurs descendants pour une classe d'âge donnée ou un groupe de classes d'âges donné, et les estimations de la diversité génétique sont généralement supérieures ou égales chez les descendants par rapport à leurs parents respectifs d'une classe d'âge donnée ou d'un groupe de classes d'âges donné. Les petites réductions de la richesse allélique observées chez les descendants par rapport à leurs groupes parentaux respectifs ont souvent été associées à la fréquence élevée du frai interannuel ou intergénérationnel.

La variation génétique sera rétablie chez les descendants, mais cela ne peut être inclus dans un tableau de la richesse allélique ou de la diversité génétique des descendants pour une année; par conséquent, ces valeurs constituent une estimation minimale du rétablissement de la diversité génétique.

Comparaison de la richesse allélique entre les juvéniles prélevés dans la rivière Stewiacke en 1998 et les sujets fondateurs effectivement sélectionnés à l'aide de l'information sur la parenté moyenne et le groupement selon la parenté (MKA) et des sujets fondateurs qui auraient été prélevés au hasard



Comparaison de la diversité des entre les juvéniles prélevés dans la rivière Stewiacke en 1998 et les sujets fondateurs effectivement sélectionnés à l'aide de l'information sur la parenté moyenne et le groupement selon la parenté (MKA) et des sujets fondateurs qui auraient été prélevés au hasard

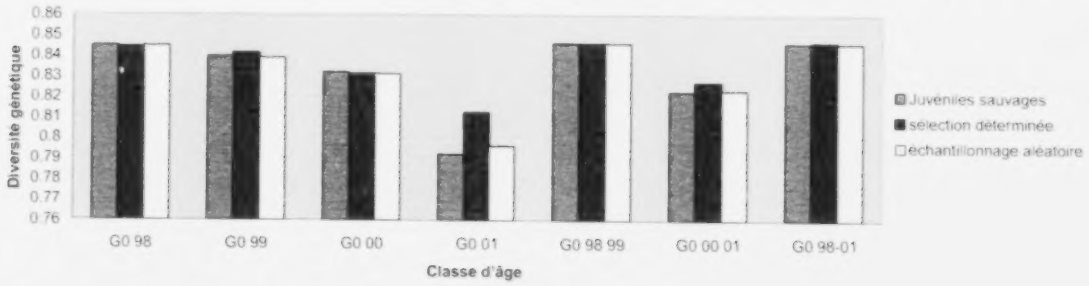


Figure 5 : Lorsqu'on compare les juvéniles sauvages de différentes classes d'âges prélevés dans la rivière Stewiacke, le sous-ensemble de sujets fondateurs choisis parmi ceux-ci à l'aide des critères de sélection utilisés dans le programme de l'intérieur de la baie de Fundy (sujets fondateurs, sélection déterminée) et le même nombre de sujets fondateurs hypothétiques échantillonnés au hasard (sujets fondateurs, sélection aléatoire), les estimations de la richesse allélique (graphique du haut) et de la diversité génétique (graphique du bas) varient davantage entre les classes d'âge de juvéniles sauvages qu'entre les juvéniles sauvages et les sujets fondateurs sélectionnés de façon déterminée ou échantillonnés au hasard. Dans l'ensemble, les estimations de la diversité des gènes et de la richesse allélique sont semblables entre les groupes de juvéniles sauvages et leurs groupes fondateurs respectifs, mais les estimations de la richesse allélique sont souvent légèrement plus élevées chez les sujets fondateurs, groupes de sélection déterminée et ce, de manière significative dans plusieurs comparaisons (*). Les niveaux de variation génétique nettement élevés observés dans le groupe de fondateurs sélectionnés de façon déterminée de la catégorie G0-01 reflètent vraisemblablement les niveaux étendus de structuration familiale observés dans ce dernier groupe de juvéniles sauvages de la rivière Stewiacke. Ces résultats révèlent que l'utilisation d'information sur la parenté moyenne dans la sélection des reproducteurs G0 a augmenté le rétablissement de la diversité chez les sujets fondateurs comparativement à ce que l'on aurait pu s'attendre si un nombre semblable de reproducteurs avait été choisi au hasard.

13. Pour que l'on puisse avoir de fortes chances de maintenir la diversité génétique et la possibilité de limiter les baisses de la fitness dans le milieu naturel, les programmes de reproduction en captivité doivent reposer notamment sur l'élaboration et l'utilisation de protocoles de reproduction et sur des mesures visant à limiter l'adaptation à l'élevage en captivité, comme ceux illustrés à la figure 6. Ces caractéristiques des programmes peuvent être combinées de diverses façons. Néanmoins, les répercussions sur les coûts

d'exploitation, la probabilité de maintenir la pleine diversité génétique du stock fondateur et la robustesse vis-à-vis des erreurs ou des catastrophes varieront selon la combinaison choisie.

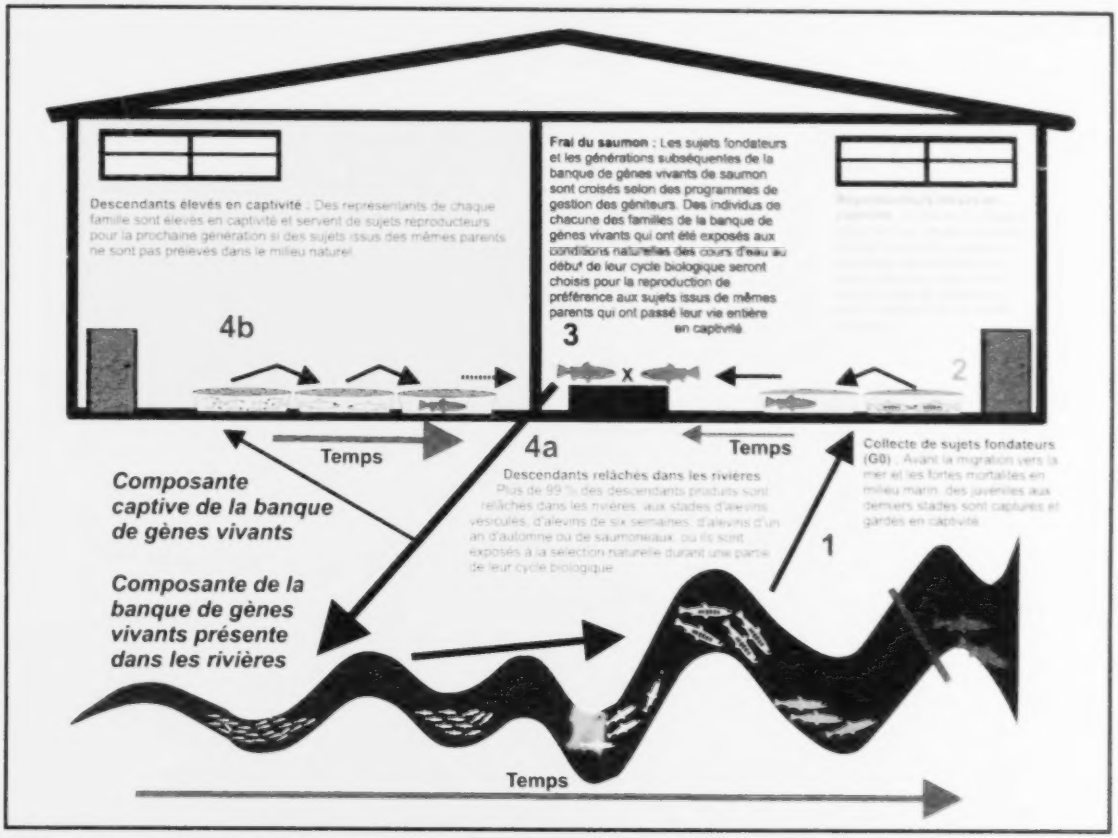


Figure 6. Illustration des composantes sauvage et captive du programme de la banque de gènes vivants de l'intérieur de la baie de Fundy, incluant l'utilisation de programmes de reproduction conçus pour limiter la perte de variation génétique et la baisse de la fitness ainsi que le frai préférentiel des saumons exposés au milieu naturel.

14. Pour que les programmes de reproduction en captivité affichent une probabilité élevée de maintien de la diversité génétique, il faut disposer d'une population reproductrice suffisamment abondante et commencer le programme avant que la population naturelle ait décliné à un point où une bonne partie de la diversité génétique de la population naturelle aura disparu. L'abondance de la population reproductrice est en partie fonction des objectifs du programme mais, en général, au moins 100 reproducteurs (rapport entre les sexes de 50:50) sont à tout le moins nécessaires et quelques centaines conviennent généralement pour maintenir une variation neutre à court terme (des dizaines de générations) si des stratégies de croisement appropriées sont utilisées. Comme la perte de variation adaptative est indépendante de la taille de la population, même un grand stock de reproducteurs n'assurera pas nécessairement le maintien de la variation adaptative. Une certaine variation génétique chez les sujets exposés au processus de sélection dans le milieu naturel peut être neutre (ou presque neutre) en captivité, en particulier quand la mortalité est peu importante. On peut s'attendre à ce

qu'une telle variation disparaisse à un taux qui est dépendant de la taille de la population.

15. Aucun nombre minimal de reproducteurs en-dessous duquel un programme de reproduction en captivité ne pourrait maintenir la diversité génétique n'a été établi. Cependant, il existe un grand corpus de littérature scientifique qui pourrait servir de fondement pour formuler un avis sur la variation du risque en fonction de la taille de la population de départ, des différences dans l'intensité de la sélection entre les conditions d'écloserie et du milieu naturel et du temps que le programme de captivité peut être maintenu avec un effectif donné.

16. Les programmes de reproduction et d'élevage en captivité devraient inclure un volet efficace et complet de monitorage. Il faut tout d'abord que les objectifs du programme et les stratégies mises en œuvre pour atteindre ces objectifs soient passés en revue par un groupe indépendant d'experts reconnus dans le domaine de la reproduction et de l'élevage des salmonidés en captivité constitué entre autres de salmoniculteurs, de généticiens et de biologistes de terrain. Il faut ensuite que les écloseries du programme soient évaluées sur une base périodique afin que l'on puisse s'assurer que les procédures et les activités d'élevage sont mises en œuvre de la manière indiquée à l'origine. Il faut aussi que les taux de changement (a) de la variation neutre des marqueurs génétiques, (b) de la fitness dans le milieu naturel et (c) des caractères génétiques quantitatifs, en particulier ceux qui jouent un rôle direct sur le plan du succès reproducteur, soient évalués tous les deux à trois ans. Finalement, il faut que l'efficacité des différents programmes à reconstituer des populations naturelles autonomes soit évaluée, et que cette information serve à adapter différents programmes et à informer les gestionnaires sur l'efficacité de la technologie de reproduction et d'élevage en captivité pour le rétablissement des populations de salmonidés en déclin au Canada.

17. La stratégie actuelle prévoit l'utilisation de gènes provenant du plus grand nombre de familles de sujets fondateurs possible. Cela ne suppose pas, toutefois, que toutes les familles de sujets fondateurs possèdent des gènes qui seront bien adaptés aux conditions du milieu naturel dans lesquelles des populations autonomes pourront être réintroduites. Cela suppose plutôt que, en conservant les gènes du plus grand nombre de familles possible, la série de familles de chaque génération gardée en captivité aura une plus grande probabilité de produire quelques génotypes capables de se reproduire avec succès au moment de la réintroduction et de constituer le fondement d'une population rétablie.

18. Tout programme de reproduction en captivité capable de maximiser la probabilité de maintenir la diversité génétique doit prévoir l'égalisation de la taille des familles avant la reproduction. L'égalisation de la taille des familles devrait diviser par deux l'adaptation de la population captive aux conditions qui ont régné avant que l'égalisation ait lieu (et, sur le plan fonctionnel, doubler la taille efficace de la population par rapport à un système de reproduction aléatoire à cette étape). Une telle réduction de l'adaptation aux conditions de reproduction en captivité est importante si l'on veut réduire les effets de la sélection pour la domestication.

19. L'application de la même stratégie d'égalisation de la taille des familles à une population reproduite en captivité après une période de mise en liberté dans le milieu naturel augmentera la diversité génétique neutre au sein de la population reproductrice

subséquente, mais peut également réduire l'adaptation locale qui s'est produite pendant la période où les sujets ont vécu dans des conditions naturelles.

20. Pendant un certain nombre d'années, dans le cadre du programme sur le saumon de l'intérieur de la baie de Fundy, on a procédé à l'égalisation de la taille des familles avant leur remise en liberté dans des environnements de rivière et de nouveau après les prélèvements, dans des habitats de rivière, de tacons plus âgés ou de saumoneaux destinés à la reproduction. La première égalisation est considérée comme essentielle pour réduire les effets de la domestication avant la remise en liberté en eau douce. La contribution de la deuxième égalisation à la limitation de la perte de diversité génétique est plus ambigüe. On ne sait pas précisément si cette étape donne des résultats optimaux; cet aspect du programme fait présentement l'objet d'un examen.

21. Ce compromis entre le fait de permettre à l'adaptation (si on l'observe) aux conditions du milieu d'être représentée dans la population reproductrice et le fait de maintenir la diversité génétique pour des « choix » futurs repose sur la logique même, l'équilibre optimal étant susceptible d'être propre à chaque cas.

22. Pour certains types de programmes de reproduction en captivité, on peut obtenir de l'information valable en libérant périodiquement dans le milieu naturel des poissons reproduits en captivité afin de vérifier si les souches des génotypes d'élevage sont capables de survivre et de se reproduire à l'état sauvage. Toutefois, de telles remises en liberté doivent être planifiées soigneusement si l'on veut obtenir l'information souhaitée et éviter que les poissons libérés ne posent un risque pour la survie ou la reproduction des poissons sauvages qui sont toujours présent dans les habitats d'eau douce ou marins où les remises en liberté ont lieu. Aussi, si l'on ne peut procéder ainsi, mieux vaut s'abstenir.

23. Il doit être possible d'effectuer un suivi des baisses du succès reproducteur (le cas échéant) au cours des phases du cycle biologique se déroulant en eau douce et en mer. Pour ce faire, il faut avoir recours à un « modèle animal » pour estimer les tendances génétiques associées à la survie à chaque phase et, probablement, les tendances génétiques associées au succès de la reproduction. L'information requise à cet égard se compose de dossiers sur la généalogie et la survie d'un nombre suffisant de sujets pour chaque phase couvrant deux générations ou plus. Ces données existent présentement pour la phase en eau douce du programme de la banque de gènes vivants de saumon de l'intérieur de la baie de Fundy, mais le nombre d'individus en montaison identifiés n'est pas encore suffisant. Ces données doivent être analysées statistiquement à l'aide de méthodes établies afin que l'on puisse estimer les valeurs associées à la sélection génétique et les tendances relatives à ces valeurs au fil du temps.

AUTRES CONSIDÉRATIONS

Considérations concernant les installations des programmes de reproduction en captivité

24. Pour la gestion du risque et l'application du principe de précaution, il faut disposer de différentes souches génétiques dans de multiples installations si l'on veut profiter d'une bonne protection contre les catastrophes (maladie, défaillances mécaniques, etc.). Le

fait d'avoir plusieurs populations captives de taille moyenne (par exemple, quelques centaines de reproducteurs) peut aussi amener des avantages additionnels sur le plan de la réduction de l'adaptation à la captivité et des possibilités de croisements F2 visant à obtenir une plus grande variance génétique exprimée, ce dont on ne peut profiter avec un programme unique de plus grande envergure. On ne dispose actuellement d'aucune donnée pour évaluer ces possibilités chez les salmonidés, mais ce sujet mérite de faire l'objet de recherches précises.

25. Il convient également de tenir compte du fait que différentes installations auront différentes forces et faiblesses relativement aux différentes étapes du cycle biologique. Les programmes conçus pour tirer profit des installations en place (au lieu de construire de nouvelles installations) doivent tenir compte des propriétés de ces installations.

26. Cependant, rien ne justifie d'empêcher une installation unique à soutenir de multiples souches génétiques, tant et aussi longtemps que les protocoles d'exploitation de l'installation ne présentent aucun risque d'erreur dans le mélange des populations ou la transmission de maladies et que des protocoles à sécurité intégrée appropriés sont prévus pour parer à toute perte catastrophique.

27. Les banques de gènes vivants ou tout programme de maintien de la diversité génétique pendant une période où une population naturelle est exposée à un risque élevé nécessitent l'engagement à long terme de ressources si l'on veut que les buts du programme puissent être atteints. Ces programmes présenteront des coûts initiaux élevés en matière d'infrastructures, à moins que des installations ne soient déjà disponibles. La réussite d'un programme de conservation à long terme de la diversité génétique exigera aussi l'assurance d'un financement à long terme. Des gains très importants pourraient être réalisés sur le plan de l'efficacité des programmes si une stratégie nationale ou zonale permettant d'étudier les exigences en matière d'infrastructures et d'exploitation était en place.

28. Les coûts d'entretien des installations d'élevage en captivité doivent être évalués en tenant compte des possibilités de recherche offertes ainsi que de la population préservée, de même qu'en regard des salmonidés et de la biologie de conservation en général. Les activités de reproduction et d'élevage en captivité de l'intérieur de la baie de Fundy ainsi que l'information sur la généalogie et la génétique moléculaire connexe soutiennent directement un très important corpus de recherche en conservation impliquant quatre universités canadiennes qui injectent des contributions non monétaires se chiffrant à plus de 1 million de dollars.

Considérations concernant des solutions de rechange techniques et la réintroduction de populations autonomes dans le milieu naturel

29. Les données ne sont pas concluantes en ce qui concerne la réussite de la réintroduction de populations qui ont été maintenues en captivité, par contre, un certain nombre d'échecs, concernant des efforts de rétablissement de populations autonomes, ont été documentés. Nombre des échecs du rétablissement de populations autonomes peuvent être associés au fait que l'on ne s'est pas attaqué aux menaces responsables du risque initial ou au fait que, dans le cadre des programmes de reproduction en captivité, on n'a pas appliqué les mesures appropriées pour maintenir la diversité génétique ou pour s'assurer que des génotypes capables de s'adapter aux menaces étaient disponibles.

30. Le faible taux de survie en mer a été un facteur important dans le déclin de nombreuses populations de saumon de l'Atlantique et du Pacifique. Il est difficile d'identifier les causes immédiates du faible taux de survie en mer, ce qui dans beaucoup de cas élimine toute possibilité d'examiner l'ensemble des menaces et de maximiser la probabilité du succès de la réintroduction à court terme. Des recherches sur les causes du faible taux de survie en mer, sur la faisabilité du soutien de plus petites populations dans des habitats d'eau douce et sur des génotypes adaptés aux conditions marines seraient fort utiles en tant que composantes de programmes visant la réintroduction de populations de saumon autonomes dans le futur.

31. Comme solutions de rechange techniques potentielles pour conserver la diversité génétique des salmonidés, les technologies tirant profit de stocks de reproducteurs de remplacement sont prometteuses, bien qu'elles n'aient pas encore été mises à l'essai dans une situation de conservation véritable. Ainsi, pour des raisons pratiques, la cryoconservation de sperme peut se révéler un moyen plus utile de maintenir la diversité génétique. Cependant, comme les méthodes de remplacement et de cryoconservation exigent un certain niveau de reproduction en captivité, elles ne peuvent être considérées comme des solutions de rechange à la reproduction en captivité. Parmi les autres solutions de rechange qui existent, mentionnons les translocations vers de nouveaux habitats, qui peuvent être disponibles dans certains cas mais qui, pour plusieurs raisons biologiques, doivent également être examinés avec prudence.

32. Malgré les limites susmentionnées qui font en sorte que la cryoconservation n'est pas actuellement une solution unique pour assurer la conservation de la diversité génétique, son application à la laitance et aux tissus est considérée comme importante pour le rétablissement futur des populations en voie de disparition ou disparues et comme banque de ressources génétiques pour d'autres usages humains. Ce domaine technologique se développe rapidement, et un groupe de travail constitué d'experts en la matière devrait être chargé de l'élaboration d'une stratégie ministérielle concernant les pratiques actuelles du Ministère qui pourraient être prometteuses dans un avenir prévisible.

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Fraser, D. J. How well can captive breeding programs conserve biodiversity? A review of salmonids. *Evolutionary applications*. 2008. http://www.blackwell-synergy.com/doi/abs/10.1111/j.1752-4571.2008.00036.x (Consulté le 5 juin 2008).

POUR DE PLUS AMPLES RENSEIGNEMENTS

Communiquer avec : Jake Rice
Conseiller principal national des sciences de l'écosystème
Direction des sciences des écosystèmes
Pêches et Océans Canada
200, rue Kent, Ottawa, Ontario K1A 0E6

Téléphone : (613) 990-0288
Télécopieur : (613) 954-0807
Courriel : Jake.Rice@dfo-mpo.gc.ca

Ce rapport est disponible auprès du :

Secrétariat canadien de consultation scientifique
Région de la capitale nationale
Pêches et Océans Canada
200, rue Kent
Ottawa, ON K1A OE6

Téléphone : (613) 990-0293
Télécopieur : (613) 990-2471
Courriel : CSAS@dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet : www.dfo-mpo.gc.ca/csas

ISSN 1480-4921 (imprimé)
© Sa majesté la Reine du Chef du Canada, 2008

An English version is available upon request at the above address.

LA PRÉSENTE PUBLICATION DOIT ÊTRE CITÉE COMME SUIT :

MPO. 2008. Évaluation des installations d'élevage en captivité dans le contexte de leur contribution à la conservation de la biodiversité. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Avis sci. 2008/027.